

# Kde v umelej inteligencii a robotike treba matematiku

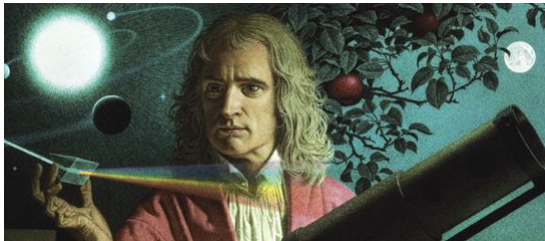
Michal CHOVANEC

*Október 2017*

Fakulta riadenia a informatiky

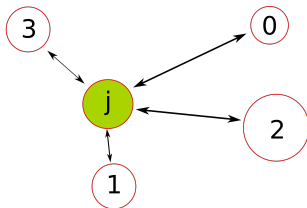
- Grafické karty nie sú len na hry
- Derivácie v riadení robota
- Geometrické postupnosti a samo sa učiace roboty

# Grafické karty nie sú len na hry



# Problém N-telies

Spočítať dráhy veľkého (tisíce) množstva telies, ktoré na seba gravitačne pôsobia



Stredoškolská podoba gravitačného zákona (pre dve telesá)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Druhý newtonov zákon

$$F = ma$$

# Problém N-telies

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F_{12} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^3} \hat{r}_{12} \text{ vektorový tvar pre 2 telesá}$$

$$F_{ij} = G \frac{m_i m_j}{r_{ij}^3} \hat{r}_{ij} \text{ vektorový tvar pre telesá } i, j$$

$$F_j = G \sum_{j \neq i} \frac{m_i m_j}{r_{ij}^3} \hat{r}_{ij} \text{ výsledná sila pôsobiaca na } j\text{-te teleso}$$

$$F = ma$$

$$a(t) = \frac{F(t)}{m}$$

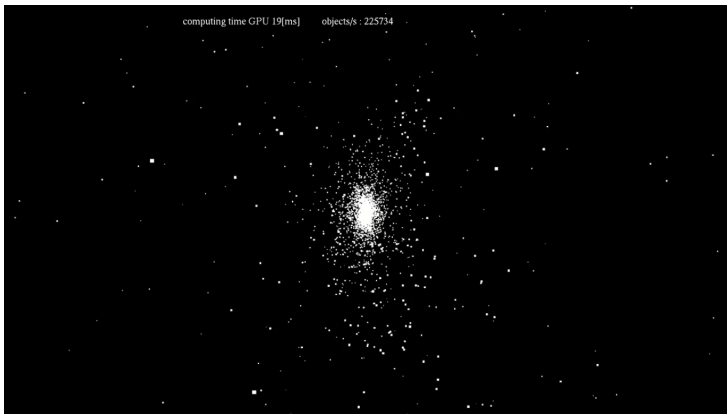
$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = \frac{F(t)}{m}$$

... čo sa dá previesť do ľahko naprogramovateľnej podoby

$$v(n) = v(n-1) + \frac{F(n)}{m}dt \text{ rýchlosť častice}$$

$$x(n) = x(n-1) + v(n)dt \text{ poloha častice}$$

# Problém N-telies, ukážka



# Skalárny súčin - spracovanie obrazu

$$\begin{bmatrix} 7 & 3 & 2 \\ 8 & 2 & 4 \\ 6 & 9 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -0.125 & -0.125 & -0.125 \\ -0.125 & 1 & -0.125 \\ -0.125 & -0.125 & -0.125 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{aligned} &7 \cdot (-0.125) + 3 \cdot (-0.125) + 2 \cdot (-0.125) + \\ &8 \cdot (-0.125) + 2 \cdot 1 + 4 \cdot (-0.125) + \\ &6 \cdot (-0.125) + 9 \cdot (-0.125) + 1 \cdot (-0.125) = \\ &\quad - 3 \end{aligned}$$



# Skalárny súčin - spracovanie obrazu



$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

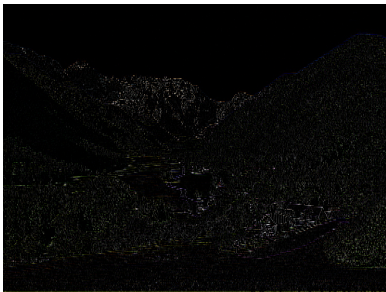
# Skalárny súčin - spracovanie obrazu



$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

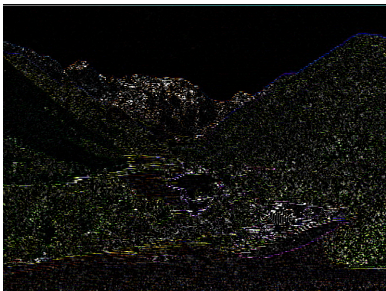


# Skalárny súčin - spracovanie obrazu



$$\begin{bmatrix} -0.125 & -0.125 & -0.125 \\ -0.125 & 1 & -0.125 \\ -0.125 & -0.125 & -0.125 \end{bmatrix}$$

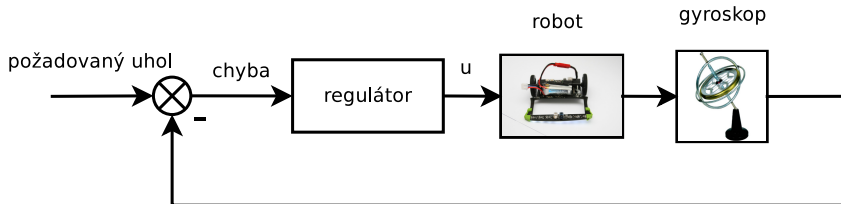
# Skalárny súčin - spracovanie obrazu



$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

# Derivácie v riadení robota

- PID regulátory - 90% riadenia výrobných liniek
- stabilizácia robota pomocou gyroskopu a PD regulátora

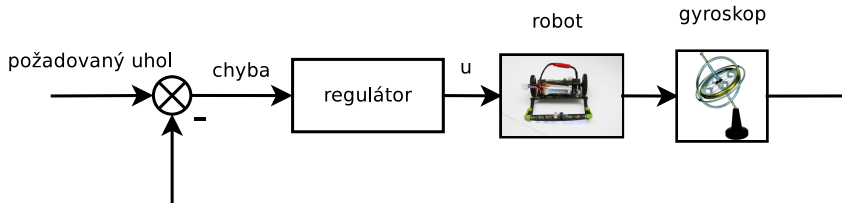


# Derivácie v riadení robota

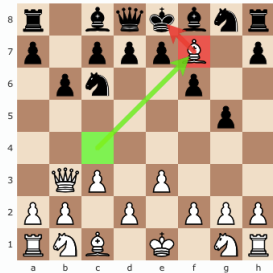
ak platí  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$  nie  $F = mv$

$$u = P \text{ chyba} + D \frac{d\text{chyba}}{dt}$$

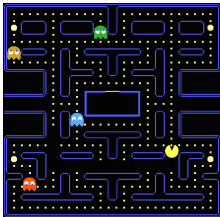
$$u(n) = Pe(n) + D(e(n) - e(n-1))$$



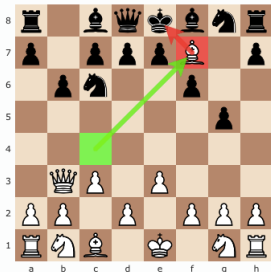
# Geometrické postupnosti a samo sa učiace roboty



- Voľba najlepšej stratégie
- Učenie sa z odmien a trestov
- Čo je to inteligencia?



# Geometrické postupnosti a samo sa učiace roboty



- Voľba najlepšej stratégie
- Učenie sa z odmien a trestov
- Čo je to inteligencia?

... prekvapivo jednoduchá rovnica <sup>1</sup>

$$Q(\text{teraz}) = \text{Odmiena}(\text{teraz}) + \gamma Q(\text{budúcnosť})$$

$$Q'(s, a) = (1 - \alpha)Q(s, a) + \alpha(R(s, a) + \gamma Q(s', a'))$$

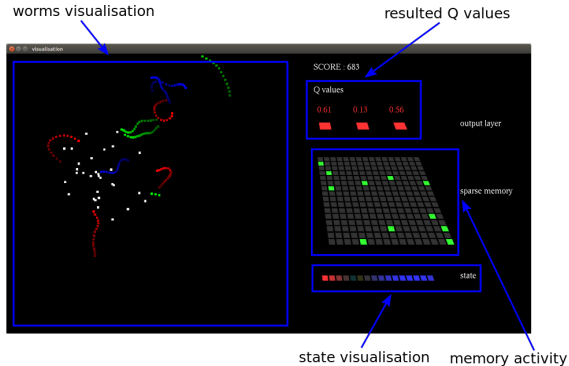
$\gamma$  zodpovedá za plánovanie do budúcnosti - určuje budúce dôsledky aktuálneho rozhodnutia

---

<sup>1</sup>Online Q-Learning using Connectionist Systems, by Rummerly & Niranjan (1994)



# Geometrické postupnosti a samo sa učiace roboty





<https://github.com/michalnand/robotics>

[https://github.com/michalnand/machine\\_learning\\_new](https://github.com/michalnand/machine_learning_new)  
michal.nand@gmail.com